

ОСОБЕННОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФАКЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СЖИГАНИЯ ГАЗА НА КОТЛАХ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Е.В. Торопов, К.В. Осинцев
г. Челябинск, ЮУрГУ

Рассмотрено техническое состояние горелочного парка ТЭС в начальный период освоения газофакельных технологий. Показаны методы и пути их совершенствования. Отражён вклад специалистов кафедры ПТЭ ЮУрГУ в развитие и освоение новых технологий.

Несомненные экономические и экологические преимущества от использования на ТЭС природного газа в сравнении с твёрдым и жидким топливами являются сегодня мощными стимулами развития котельной техники с газофакельными технологиями.

Исторически сложилось убеждение, что хорошо организованное факельное горение связано с наиболее полным выгоранием газа, достичь которого можно лишь при активном перемешивании газовых струй с воздушными потоками непосредственно в полости горелок. Как правило, это приводило к раннему зажиганию смеси с формированием чрезмерно больших тепловых потоков в направлении горелочных амбразур. Эти потоки вызывали активное термическое разрушение обмуровки и металлоконструкций горелок со снижением срока их службы и удорожания ремонтных затрат [3]. Тепловые разрушения горелочных конструкций приводили к изменению газодинамических характеристик факела с ухудшением показателей горения (появление СО и повышение потерь тепла с химическим недожогом топлива q_3). Замеры концентрации оксидов азота давали величины более 450 мг/м^3 , что соизмеримо с данными по пылеугольным котлам [2]. При наличии СО резко увеличивалось содержание бенз(а)пирена (БП) в дымовых газах [2]. В большей степени все перечисленные недостатки проявлялись на котлах, оборудованных вихревыми горелками.

Первые шаги в направлении улучшения ситуации с газовыми горелками на ТЭС РФ были предприняты в начале 80-х годов прошлого столетия. По рекомендациям кафедры ПТЭ ЮУрГУ (в то время ЧПИ) при активном участии сотрудников УралВТИ на пяти котлах второй очереди Челябинской ТЭЦ-2 вихревые горелки с предварительным смешением реагентов в отмеченный период были заменены на горелочные устройства с отдельным вводом в топку газовых струй и воздушных потоков [3]. Этим мероприятием был снят вопрос по надёжности (срок службы увеличен до 4–8 лет против 0,5–1,0 года), сверхнормативным образованиям СО и БП, потерям с q_3 . Вопрос о снижении выхода NO_x на этих котлах до последнего времени

оставался открытым, к нему вернулись лишь в 2005 году, когда экологический аспект технологии выработки электроэнергии и тепла стал занимать ведущую роль на ЧТЭЦ-2. В качестве эксперимента горелки котла ст.№8 перевели на прямоточную подачу воздушных и газовых потоков в топку: практически втрое с $\sim 350 \text{ мг/м}^3$ до $\sim 120 \text{ мг/м}^3$ сократилась концентрация выбросов оксидов азота в атмосферу

Специалисты ЮУрГУ участвовали также и в других крупных проектах перевода котлов БКЗ-220, БКЗ-160 и БКЗ-210-140Ф на технологию ступенчатого сжигания в факеле.

На котле БКЗ-220 (ТЭЦ г. Бишкек), оборудованном шестью встречными горелками с регулируемой степенью крутки, были дополнительно установлены два мощных встречных воздухоподающих сопла [4]. В соответствии с традиционной технологией дожигания топливных потоков сопла были размещены над горелками, через которые вводили окислитель с расходом 0,6–0,8 от теоретически необходимого для полного сгорания газа. Заводом-изготовителем уже была заранее учтена необходимость вывода участка активного перемешивания газа с воздухом за габариты горелок в топку, в связи с чем уже исходная их конструкция обеспечивала зажигание на таком удалении от амбразур, при котором достигается необходимая степень надёжности горелочных узлов. На данном объекте получены очень важные результаты по управлению газовым факелом. В частности, показано, что с увеличением крутки воздушного потока увеличивается и выход NO_x ; при включенных дожигающих соплах достигается выход $\text{NO}_x \leq 80 \text{ мг/м}^3$ при прямоточном разделённом истечении воздуха и газа, а различная степень крутки воздуха увеличивает этот параметр до $\text{NO}_x = 120\text{--}160 \text{ мг/м}^3$. Отключение воздушных дожигающих сопел приводило к дополнительному увеличению NO_x на ~40 %.

На котлах БКЗ-160 (ТЭЦ г. Бишкек) с тангенциальной схемой компоновки прямоточных горелок сжигание газа осуществлялось при невысокой исходной концентрации $\text{NO}_x = 140\text{--}160 \text{ мг/м}^3$. Здесь впервые было опробовано и внедрено мероприятие по рассредоточению узлов ввода в топку

газовых и воздушных струй. В результате внедрения $\text{NO}_x=50-70\%$ [5]. Тот же результат достигался на котле ст.№5 БКЗ-210-140Ф ЧТЭЦ-2 после демонтажа вихревых горелок и перехода к рассредоточенному тангенциальному вводу реагентов в топку. Однако здесь из-за сильного охлаждающего эффекта экранами, появившегося в связи с изменением газодинамики факела, уменьшился уровень температуры перегретого пара ниже нормативного по ЧТЭЦ-2. Для устранения недостатка пришлось увеличить расход и избыток воздуха в топке, что привело к увеличению концентрации оксидов азота до $\text{NO}_x \approx 140 \text{ мг/нм}^3$ [6].

На оборудованных прямоточными горелками котлах БКЗ-210-140Ф первой очереди ЧТЭЦ-2 (ст.№№1-4) с помощью комбинированного рассредоточения газовых и воздушных потоков непосредственно в горелках и по вынесенным дожигающим соплам удалось повысить надёжность газосопловых узлов и снизить выход NO_x с 280 мг/нм^3 до 110 мг/нм^3 без потерь по экономичности [7].

Выводы

1. Переход к раздельному вводу в топку потоков газа и воздуха существенно снижает выход NO_x , уменьшает тепловые потоки в направлении горелочных амбразур и повышает их надёжность.

2. Способы и конструктивное оформление узлов раздельного ввода реагентов в топку могут быть различными, это дает возможность минимизировать затраты при проведении модернизации.

3. При переводе котлов на факельную технологию сжигания газа с раздельным вводом реагентов следует учитывать активизацию теплообмена в топке и возможность регулирования температуры

дымовых газов и перегретого пара без вынужденного ухудшения экологических и экономических характеристик.

Литература

1. Спейшер, В.А. Повышение эффективности использования газа и мазута в энергетических установках/ А.В. Спейшер, А.Д. Горбатенко. – Энергоиздат, 1982.
2. Цирульников, Л.М./ Проверка отдельных способов снижения выброса окислов азота и бенз(з)пирена на газомазутных котлах/ Л.М. Цирульников, Р.А. Кадыров, В.Г. Конюхов и др.// Энергетик. – 1979 – №1. – С. 15–17
3. Комбинированное сжигание природного газа и пыли челябинского угля в вихревых горелках/ А.М. Хидиятов, В.В. Осинцев, Н.М. Щапин и др.// Электрические станции. – 1987 – №6. – С. 25–28.
4. Перевод котла БКЗ-220 на технологию ступенчатого сжигания топлива/ В.В. Осинцев, А.К. Джундубаев, В.Я. Гизин и др.// Электрические станции. – 1991. – №11. – С. 17–22.
5. Перевод котла БКЗ-160 на технологию ступенчатого сжигания топлива/ В.В. Осинцев, А.К. Джундубаев, В.Я. Гизин и др.// Электрические станции. – 1993. – №3. – С. 25–29.
6. Перевод котла БКЗ-210-140Ф Челябинской ТЭЦ-2 на технологию ступенчатого сжигания / В.В. Осинцев, А.К. Джундубаев, Г.Ф. Кузнецов и др.// Электрические станции. – 1994. – №7. – С. 8–13.
7. Особенности и организация факельного процесса в топке с многофункциональными горелками/ В.В. Осинцев, Г.Ф. Кузнецов, В.В. Петров, М.П. Сухарев// Электрические станции. – 2002. – №11 – С. 14–19

Торопов Евгений Васильевич – профессор, доктор технических наук, заслуженный деятель науки и техники РФ, заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика» ЮУрГУ.

Осинцев Константин Владимирович – студент кафедры «Промышленная теплоэнергетика» ЮУрГУ. Область научного интереса – термогазодинамика топочного факела (расчёт, анализ, управление).